

**کلرید زاسیون ثانویه**

ما برای خالص سازی بیشتر زیر کونیوم گرید هسته‌ای خود دوباره به $ZrCl_4$ نیاز داریم و باید ZrO_2 را کلرید زاسیون کنیم. برای این کار ZrO_2 را با کربن مخلوط کرده و به صورت کلوخ یا لقمه در می‌آوریم تا محیط احیایی شده و اکسیژن جدا گردد سپس ماده به دست آمده را در کوره حرارت می‌دهیم تا کربن آن نیز به صورت کک خارج شده و در نهایت به $ZrCl_4$ به دست آوریم این $ZrCl_4$ به صورت گازی است و ما آن را داخل کندانسور جامد می‌کنیم. تفاوت $ZrCl_4$ این‌جا با $ZrCl_4$ قبلی این است که هافنیوم را ندارد و گرید آن هسته‌ای است اما در فرآیند جداسازی هافنیوم مقداری ناخالصی گرفته که در واحد بعدی باید خالص سازی نهایی انجام شود.

خالص سازی نهایی زیر کونیوم با گرید هسته‌ای

در خالص سازی نهایی باز هم با استفاده از تفاوت دمای تصعید مواد $ZrCl_4$ کاملاً خالص با گرید هسته‌ای به دست می‌آوریم که باید در این‌جا کلر (Cl) را نیز جداسازی کنیم.

در این واحد کار خالص سازی نهایی با استفاده از منیزیم که در همین ZPP تهیه می‌شود صورت می‌گیرد به این صورت که $ZrCl_4$ خالص شده وارد راکتوری می‌شود و با منیزیم که در انتهای آن قرار دارد حرارت می‌بیند و بخار می‌شود. منیزیم بخار شده با $ZrCl_4$ بخار شده واکنش می‌دهد و منیزیم کلر را جذب کرده و $MgCl_2$ تولید می‌شود. همچنین زیر کونیوم به صورت فاز گازی می‌ماند و سریعاً هم جامد می‌شود. در این‌جا زیر کونیوم کاملاً از کلر جدا می‌شود اما مقدار کمی منیزیم دارد.

در ادامه داستان تولید اسفنج زیر کونیوم ما هم اکنون در مرحله‌ای هستیم که زیر کونیومی داریم که مقداری منیزیم هم دارد و حالا باید منیزیم را از زیر کونیوم جدا کنیم تا زیر کونیوم کاملاً خالص با گرید هسته‌ای به دست بیاید.

این کار در واحد تقطیر منیزیم انجام می‌شود. این‌جا فشار را با پمپ خلا پایین می‌آوریم تا در دمایی که در کوره داریم منیزیم بخار شده اما زیر کونیوم بخار نشود و

در نتیجه منیزیم جدا گردد. این جاست که می‌توان گفت به پایان داستان تولید اسفنج زیر کونیومی مان رسیدیم. حالا ما زیر کونیوم اسفنجی داریم که کاملاً خالص بوده و با گرید هسته‌ای آماده استفاده در کارگاه‌های مجموعه دوم ZPP برای ساخت مقاطع زیر کونیومی از جمله میله و لوله و صفحه است.

مجموعه دوم کارخانه ZPP برای ساخت مقاطع زیر کونیومی

در واحد اول از مجموعه دوم کارخانه ZPP واحد خردایش و ذوب قرار دارد که کار خرد کردن اسفنج زیر کونیوم و ذوب این اسفنج‌های خرد شده انجام می‌شود تا به سائزهای مورد نیاز در بیایند. برای این کار ابتدا اسفنج‌های ورودی سرد می‌شوند و بعد خردایش صورت می‌گیرد و به صورت سائزهای مختلف تقسیم می‌شوند. در انتهای این واحد نمونه‌های کنترل کیفی گرفته می‌شود و پس از تایید کیفیت، اسفنج خرد شده به واحد ریخته‌گری و تولید شمش می‌رود.

ریخته‌گری و ساخت شمش

بعد از خردایش، خرد شده‌ها در قسمت پرس به صورت قرص در می‌آیند. تعداد زیادی از این قرص‌ها (حدود ۱۴ عدد از آن‌ها) در یک دستگاه مخصوص جوش می‌شوند و بعد از این مرحله به شکل الکترودی در می‌آیند که با جوش EBW ایجاد شده که ناخالصی به همراه ندارد. بعد از جوشکاری تحت خلا، این محصول به کوره‌ای وارد می‌شود و در خلا با دمای بالا، شمش زیر کونیوم اولیه تولید می‌شود.

سطح این شمش ابتدایی هنوز تخلخل دارد که تراشکاری می‌شود و دوباره به کوره می‌رود تا تخلخل‌ها از بین رفته و به یک شمش صاف و صیقل خورده با قطر ۲۰ سانتی متر بدل می‌گردد. این شمش بعد از تایید کیفی از واحد تولید شمش خارج می‌شود.

فورجینگ یا آهنگری

شمش زیر کونیوم به این واحد می‌رود و در دمای بالا آهنگری روی آن انجام داده و با کوبش تبدیل به بیلت می‌شود که فشرده شده است. تخلخل شمش گرفته



قسمت جداسازی هافنیوم از زیر کونیوم

می‌شود و تغییر شکل پیدا کرده و طولش بلندتر می‌گردد تا به سائز مناسب برای تولید لوله و میله برسد. این بیلت‌ها یک روکش مسی دریافت می‌کنند و بعد از این که سطح داخل و خارجی آن روکش مسی شد در داخل کوره با دمای حدود ۸۰۰ درجه آماده می‌شود برای تبدیل شدن به لوله اولیه که قرار است غلاف سوخت شود.

خروجی این واحد لوله‌ای است که یک سطح مسی دارد تا راحت‌تر سیلان پیدا کند. ورق هم این‌جا تولید می‌شود که برای قطعات نگهدارنده مجتمع سوخت تولید می‌گردد. همه قطعات ریز و درشت غلاف سوخت از زیر کونیوم است و این شامل پیچ و مهره و فنر و هر چیز دیگری که باید در مجتمع سوخت در راکتور قرار گیرد نیز می‌شود. در پایان این بخش اسیدشویی است که روکش مس را با اسید نیتریک شست‌وشو می‌دهند تا روکش مسی خورده شود.

عملیات حرارتی؛ آنیل

در فرآیند آنیل که در واحد عملیات حرارتی انجام می‌شود دوباره ویژگی‌های فلز زیر کونیوم به حالت قبل برمی‌گردد و آماده شکل‌پذیری می‌شود. در این‌جا کوره تحت خلا آنیل وجود دارد و لوله‌ها داخل سیلندری تحت خلا می‌روند و طی یک سیکل دمایی حدود ۶۰۰ درجه، ۲ ساعت باقی می‌ماند و آرام آرام سرد می‌شود. این فرآیند که آنیل نام دارد موجب می‌شود تا لوله‌ها خاصیت شکل‌پذیری خود را به دست آورده و از شکنندگی آن جلوگیری کند.

نورد لوله

لوله‌های آنیل شده در یک دستگاه که به طول بیش از ۴ متر طول حدودی میله‌های سوخت - است نورد می‌شوند تا به سائز مورد نظر ما در آیند. شکل کار اینگونه است که در این دستگاه، لوله‌ها تحت فشار قطر خارجی و داخلی‌شان کم شده و طولشان زیاد می‌شود. این کار سائز کردن به صورت مرحله به مرحله انجام می‌شود چون ممکن است از هم بپاشد. برای جلوگیری از شکستن لوله‌ها، بین هر مرحله نورد باید آنیل انجام شود. بعد از رسیدن به طول لازم، نورد پایان یافته و در مرحله بعد کار آماده‌سازی و پرداخت نهایی صورت می‌گیرد. اینجا علاوه بر لوله سوخت برای غلاف سوخت، میلگرد هم تولید می‌شود که برای پلاگ‌های ابتدا و انتهای غلاف سوخت به کار می‌رود.

واحد فینیشینگ و نهایی

لوله نورد شده در انتهای خط تولید طولانی ZPP، پولیش و تاب‌گیری می‌شود چون هم راستا بودن لوله‌ها بسیار مهم است. سطح داخلی نیز شات پلاس و ساچمه پاشی می‌شود این عمل از آن روی انجام می‌شود تا هر گونه تنش داخل لوله گرفته شود و به نوعی کار سمباده را انجام می‌دهد. در دستگاه تاب‌گیری نیز که به سائزهای مختلف وجود دارد با استفاده از غلطک‌هایی تاب‌های لوله گرفته می‌شود.

در پایان این بخش در حالی که همه چیز به خوبی و خوشی انجام شده و ما لوله‌هایی داریم که می‌توانند قرص سوخت را در خود جای دهند، محصول نهایی تحویل واحد کنترل کیفی می‌شود تا تست‌های لازم صورت گیرد که شامل قطر داخلی و خارجی، ترک نداشتن و تست نشستی و... می‌شود. در صورت پاس کردن تست‌ها، لوله‌ها به کارخانه FMP می‌روند تا مونتاژ شده و قرص‌های سوخت در آن‌ها قرار گیرند. میلگرد هم در این‌جا تاب‌گیری و عیب‌گیری می‌شود و پس از تایید واحد کنترل کیفی به FMP می‌رود تا قطعات کوچک مجتمع سوخت را نیز از آن‌ها تولید کنند.



همه قطعات ریز و درشت غلاف سوخت از زیر کونیوم است و این شامل پیچ و مهره و فنر و هر چیز دیگری که باید در مجتمع سوخت در راکتور قرار گیرد نیز می‌شود.